

PAT-NO: JP02000282214A

DOCUMENT-IDENTIFIER: **JP 2000282214 A**

TITLE: METHOD AND DEVICE FOR THERMAL SPRAY

PUBN-DATE: October 10, 2000

INVENTOR-INFORMATION:

NAME	COUNTRY
SONODA, HIROFUMI	N/A
KITAHARA, SHIGERU	N/A
ICHIMURA, HARUMICHI	N/A

ASSIGNEE-INFORMATION:

NAME	COUNTRY
NIPPON STEEL WELD PROD & ENG CO LTD	N/A

APPL-NO: JP11088003

APPL-DATE: March 30, 1999

INT-CL (IPC): C23C004/12, C23C004/00

ABSTRACT:

PROBLEM TO BE SOLVED: To securely form sprayed coating of required thickness, to eliminate the measurement of the thickness of the sprayed coating by manpower, to improve the reliability of the quality of the sprayed coating film and to stably form the uniform and clean sprayed coating film.

SOLUTION: In the formation of sprayed coating film executed by jectting a high temp. melted thermal spraying material from a thermal spraying torch 1 together with a high temp. air flow and applying it on a thermal spraying base material 6, a carriage 2 is equipped with the thermal spraying torch 1 and a distance measuring head 5, ~~prior to the thermal spraying, each distance of the plural points in the thermal spraying base material is measured by the head 5, the value in which the objective value of the thickness of the sprayed coating film is subtracted from the measured value of the distance is stored into a memory as the objective value of the distance, in the process of the thermal spraying, the thermal spraying base material is scanned by the torch 1, furthermore, the measured value of the distance by the head 5 in the surface directly after the thermal spraying is read in, and by the fact whether or not the measured value is shorter than the objective value of the distance on the memory, the condition whether or not the thickness of the sprayed coating has reached to the objective value is judged.~~

COPYRIGHT: (C)2000,JPO

DERWENT-ACC-NO: 2001-074511

DERWENT-WEEK: 200109

COPYRIGHT 2005 DERWENT INFORMATION LTD

TITLE: Thermal-spraying-method-of-roll, involves measuring distances at two or more points on base material surface before and after thermal spray and comparing to judge correct film thickness, using measuring head

PATENT-ASSIGNEE: NITTETSU YOSETSU KOGYO KK[NITZ]

PRIORITY-DATA: 1999JP-0088003 (March 30, 1999)

PATENT-FAMILY:

PUB-NO	PUB-DATE	LANGUAGE	PAGES	MAIN-IPC
<u>JP 2000282214 A</u>	October 10, 2000	N/A	013	C23C 004/12

APPLICATION-DATA:

PUB-NO	APPL-DESCRIPTOR	APPL-NO	APPL-DATE
JP2000282214A	N/A	1999JP-0088003	March 30, 1999

INT-CL (IPC): C23C004/00, C23C004/12

ABSTRACTED-PUB-NO: JP2000282214A

BASIC-ABSTRACT:

NOVELTY - A carriage (2) is equipped with thermal spraying torch (1) and measurement head (5). Before starting thermal spraying, the distance of two or more points on surface of thermal spraying base material (6) is measured with the measuring head. After thermal spraying, the distances are again measured and compared with the distance measured before to judge whether the required film thickness has been achieved.

DETAILED DESCRIPTION - An INDEPENDENT CLAIM is also included for thermal spraying apparatus.

USE - For thermal spraying of roll.

ADVANTAGE - Measurement of coating thickness manually is eliminated. Improvement in sprayed coating quality is achieved. A homogeneous and uniform spray coating with accurate film thickness is formed.

DESCRIPTION OF DRAWING(S) - The figure shows the perspective diagram of thermal spraying mechanism.

Thermal spraying torch 1

Measurement head 5

Base material 6

CHOSEN-DRAWING: Dwg. 1/9

TITLE-TERMS: THERMAL SPRAY METHOD ROLL MEASURE DISTANCE TWO MORE POINT BASE

MATERIAL SURFACE AFTER THERMAL SPRAY COMPARE JUDGEMENT CORRECT FILM
THICK MEASURE HEAD

DERWENT-CLASS: M13

CPI-CODES: M13-C;

SECONDARY-ACC-NO:

CPI Secondary Accession Numbers: C2001-021357

* NOTICES *

JPO and NCIPi are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. **** shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

CLAIMS

[Claim(s)]

[Claim 1] Inject high temperature melting or the half-fused thermal spray material with a high temperature air current from a thermal-spraying torch, put a thermal-spraying base material in the style of [this] injection, and it sets to form a sprayed coating in that front face. In advance of a thermal-spraying activity, either [at least] the torch supporter material which supports said thermal-spraying torch, or a thermal-spraying base material is relatively driven to another side. Each distance of two or more points of a thermal-spraying base material is measured with the distance measuring instrument supported with torch supporter material. During; thermal-spraying activity While driving relatively either [at least] said torch supporter material or a thermal-spraying base material to another side so that the injection style of a thermal-spraying torch may scan a thermal-spraying base material ; which judges whether sprayed coating thickness reached desired value according to the value, this measurement value, and sprayed coating thickness desired value which measured with the distance measuring instrument which supported with torch supporter material the distance of the thermal-spraying base material front face which the injection style scanned, and were measured in advance of the thermal-spraying activity -- the thermal-spraying approach characterized by things.

[Claim 2] It is the thermal-spraying approach according to claim 1 of judging whether sprayed coating thickness having reached desired value as compared with this target distance in the measurement value of the point which computes the target distance of each point from the distance measured in advance of the thermal-spraying activity, and sprayed coating thickness desired value, and has target distance in memory during writing and a thermal-spraying activity at said memory.

[Claim 3] thermal-spraying torch; which injects high temperature melting or the half-fused thermal spray material with a high temperature air current -- torch supporter material; which supports this thermal-spraying torch -- so that the injection style of this thermal-spraying torch may scan a thermal-spraying base material Thermal spraying equipment equipped with measuring instrument; supported by said torch supporter material in order to detect the sprayed coating thickness of scan means; which drives relatively either [at least] said torch supporter material or a thermal-spraying base material to another side, and the thermal-spraying base material front face which said injection style scanned.

[Claim 4] Thermal spraying equipment according to claim 3 further equipped with member; which is supported by torch supporter material and supports said measuring instrument free [rotation] focusing on the injection nozzle to a thermal-spraying torch.

[Claim 5] Thermal spraying equipment according to claim 4 further equipped with centering on injection nozzle of thermal-spraying torch rotation drive motor [material / said / instrumentation supporter] style;.

[Translation done.]

* NOTICES *

JPO and NCIPi are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. **** shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

DETAILED DESCRIPTION

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Field of the Invention] This invention blows off high temperature melting or the half-fused thermal spray material from a thermal-spraying torch with a high temperature air current, and relates to the check of the sprayed coating thickness under thermal-spraying activity especially about high temperature thermal-spraying processing which puts the material for processing (thermal-spraying base material) in the style of [this] a thermal spray material, and forms a sprayed coating.

[0002]

[Description of the Prior Art] There are oxy-fuel spraying, electric arc spraying, a plasma-metal spray, high-speed flame spraying, etc. in the spraying process which forms various coatings with special property in a body front face by high temperature thermal spraying. The sprayed coating thickness generally called for is about 100-500 micrometers, and although it changes with thermal-spraying approaches, the thickness formed per [thermal-spraying 1 time (one pass)] is about 10-30 micrometers, and in order to obtain necessary thickness, it needs to repeat thermal spraying of several layers (number pass). Therefore, by any thermal-spraying approach, in order to obtain the coat thickness to wish, conventionally, a spray condition and the thickness (one-pass thickness) obtained are obtained beforehand, necessary numbers of passes are computed from the coat thickness given and the one-pass thickness addressed to a necessary spray condition, and thermal spraying of these numbers of passes is repeated. After this finished, thickness was measured by a micrometer etc. and it was checking. a high thickness precision -- and -- or -- or it repeats one-pass thermal spraying until it measures thickness for every one pass and becomes the thickness of hope when high dependability is required -- on the way -- it comes out and adjusting a spray condition etc. is performed.

[0003]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] The thickness measurement by the handicraft by a micrometer etc. has a possibility of damaging a sprayed coating, and may produce a problem in the accuracy of measurement and dependability. Furthermore, since the temperature of a thermal-spraying base material changes and a surface ambient atmosphere changes at the time of measurement, performing thickness measurement at random between thermal spraying of number pass may become the formation by which homogeneous coating with special property was stabilized with a failure. Moreover, anyway, the thickness measurement by the help becomes huge [an effort until it obtains the coat of necessary thickness], when making an effort into ** and performing thickness measurement for every one pass. It does not come to accept it but the productivity of coat formation also serves as a low cause. Especially when it is going to form a coat pure as vacuum suction or a non-oxidizing quality gas ambient atmosphere for the circumference of thermal spraying equipment, a thermal-spraying base material is carried out of this space, thickness measurement is carried out, and it carries in to this space again, or in-and-out of the measurement worker to this space has high possibility of it not only spoiling productivity greatly, but control of an ambient atmosphere and adjustment taking time amount, and polluting a coat.

[0004] This invention sets it as the 3rd purpose to set it as the 1st purpose to form the sprayed coating of necessary thickness certainly, to set it as the 2nd purpose to lose sprayed coating thickness measurement according this to a help, and to realize, and to make dependability of the quality of a sprayed coating high, and sets it as the 4th purpose for it to be stabilized and to form homogeneity and a pure sprayed coating.

[0005]

[Means for Solving the Problem] (1) This invention injects high temperature melting or the half-fused thermal spray material with a high temperature air current from a thermal-spraying torch (1), puts a thermal-spraying base material (6 36) in the style of [this] injection, and sets it to form a sprayed coating in that front face. In advance of a thermal-spraying activity, either [at least] the torch supporter material (2) which supports said thermal-spraying torch (1), or a thermal-spraying base material (6 36) is relatively driven to another side. Each distance of two or more points of a thermal-spraying base material (6 36) is measured with the distance measuring instrument (5) supported with torch supporter material (2). During; thermal-spraying activity While driving relatively either [at least] said torch supporter material (3) or a thermal-spraying base material (6 36) to another side so that the injection style of a thermal-spraying torch (1) may scan a thermal-spraying base material (6 36) The distance of the thermal-spraying base material front face which the injection style scanned is measured with the distance measuring instrument (5) supported with torch supporter material (2). ; which judges whether sprayed coating thickness reached desired value according to the value (value of the measurement value table before thermal spraying), this measurement value, and sprayed coating thickness desired value which were measured in advance of the thermal-spraying activity -- it is characterized by things. In addition, in order to make an understanding easy, in the parenthesis, the notation or correspondence matter of a correspondence element of an example which shows to a drawing and is mentioned later was written by reference. The same is said of the following.

[0006] According to this, a difference with the distance measurement value after starting the distance measurement value and thermal spraying of a thermal-spraying base material (6 36) before a thermal-spraying activity is sprayed coating thickness, and suppose this difference that necessary thickness was obtained with difference \geq desired value as compared with sprayed coating thickness desired value. Since each distance measurement before a thermal-spraying activity and under thermal-spraying activity is performed automatically and moreover performs the judgment of above-mentioned difference \geq desired value on real time during a thermal-spraying activity, a sprayed coating thickness management effort can decrease sharply, and the sprayed coating of necessary thickness can be formed certainly. Since the space of the circumference of thermal spraying equipment can be intercepted and contamination of a sprayed coating can be avoided after starting a thermal-spraying activity until it obtains necessary thickness, the dependability of the quality of a sprayed coating is high, it is stabilized and homogeneity and a pure sprayed coating can be formed.

[0007]

[Embodiment of the Invention] (2) Judge whether as compared with this target distance, sprayed coating thickness reached desired value in the measurement value of the point which computes the target distance of each point from the distance measured in advance of the thermal-spraying activity, and sprayed coating thickness desired value, and has target distance in memory (desired value table) during writing and a thermal-spraying activity at said memory (89 to 91, 101-103 of drawing 6).

[0008] Since a computer can perform this processing at a high speed, even when a scan speed is high, a distance measurement sampling point can be set to high density, and automatic management of sprayed coating thickness can be performed precisely.

(3) Torch supporter material which supports the thermal-spraying torch (1); this thermal-spraying torch which injects high temperature melting or the half-fused thermal spray material with a high temperature air current (2); so that the injection style of this thermal-spraying torch may scan a thermal-spraying base material (6 36) In order to detect the sprayed coating thickness of scan means (drawing 3); which drives relatively either [at least] said torch supporter material (2) or a thermal-spraying base material (6 36) to another side, and the thermal-spraying base material front face which said injection style scanned

Thermal spraying equipment equipped with measuring instrument (5); supported by said torch supporter material (2).

[0009] The thermal-spraying approach of of the above (1) and (2) can be realized using this thermal spraying equipment, and an above-mentioned operation and effectiveness can be acquired.

(4) Thermal spraying equipment further equipped with member (32); which is supported by torch supporter material (2) and supports said measuring instrument (5) free [rotation] focusing on the injection nozzle to a thermal-spraying torch (1).

[0010] According to this, in scanning a thermal-spraying torch (1) in the x directions, a thermal-spraying torch (1) and an instrumentation (5) a list deer in the x directions so that it may be located about a scanning direction more back than a thermal-spraying torch (1) When the rotation angle of instrumentation supporter material (32) can be set up and a thermal-spraying torch (1) is changed into the direction scan of y Since a list deer can also set [a thermal-spraying torch (1) and an instrumentation (5)] up the rotation angle of instrumentation supporter material (32) in the direction of y so that it may be located about a scanning direction more back than a thermal-spraying torch (1), the selection degree of freedom of a scanning direction becomes high.

(5) Thermal spraying equipment further equipped with centering on injection nozzle of thermal-spraying torch (1) rotation drive motor [material / instrumentation supporter / said / (32)] style (drawing 7);.

[0011] According to this, carry out x short outgoing scanning, for example to the degree of long y outgoing scanning, carry out y bounce scanning long next, and x outgoing scanning short next is carried out. When repeating such y outgoing-scanning +x outgoing-scanning +y bounce scanning and scanning by the segment locus, by rotating measuring instrument supporter material (32) 180 degrees at the end point (or starting point of y bounce scanning) of y outgoing scanning y bounce scanning can also drive automatically the measuring instrument (5) which was behind the scan by y outgoing scanning behind a scan.

[0012] Other purposes and descriptions of this invention will become clearer than explanation of the example of the following which referred to the drawing.

[0013]

[Example] - The appearance of the 1st example of this invention is shown in 1st example- drawing 1 . In this example, there are two horizontal y beams 4a and 4b above the floor, horizontal x beam 3 combines with these free [migration in the direction of y], the torch carriage 2 combines with this horizontal x beam 3 free [migration in x directions], and the plasma metal spray torch 1 is supported by this carriage 2. Although carriage 2 and horizontal x beam 3 was equipped with electric x driving gears which drive carriage 2 in the x directions, illustration of the device was omitted. The electric motor of these electric x driving gears only wrote it as M on drawing 2 , and has written it as Mx on drawing 3 .

[0014] Moreover, although horizontal x beam 3 and the horizontal y beams 4a and 4b were equipped with the electric y driving gear which drives horizontal x beam 3 in the direction of y, illustration of the device was also omitted. The electric motor of this electric y driving gear only wrote it as M on drawing 2 , and wrote it as My on drawing 3 . The plasma metal spray torch 1 (downward plasma injection nozzle) can be positioned with these [x] and y driving gear to x of the predetermined size of a predetermined location, and the any selected point on y flat surface.

[0015] In the example shown in drawing 1 , the roll support stand which is not illustrated is located to the floor, an axial chuck with an electric rotation drive is in it, and fixed support of the shafts 7a and 7b of the roll 6 which is a thermal-spraying base material is carried out by this axial chuck. The rotation drive of the axial chuck is carried out by the electric motor (Mr on drawing 2 and drawing 3) of an electric rotation drive, and the roll 6 it is [roll] a thermal-spraying base material by this rotates by it. The plasma metal spray torch 1 is above [of the drum-like peripheral surface of a roll 6] the topmost part (top-most vertices).

[0016] The arm 32 has fixed on the torch carriage 2, and the measurement head 5 of a laser range finder is being fixed at the tip of this arm 32. The center line of a roll 6 and the aim line (center line of a head 5) of distance measurement of this measurement head 5 cross at right angles. The center line of the injection nozzle of a torch 1 and the center line of a head 5 are on same y and z flat surface. The roll side

which the rotation drive of the roll 6 was carried out in the direction of the arrow head near the sign 7a (this is called a counterclockwise rotation below) at the time of thermal spraying, and countered the nozzle of a torch 1 then reaches the aim line of the measurement head 5, when a roll 6 carries out include-angle D_r (degree) rotation, and it crosses it. That is, the measurement head 5 is located back (it is D_r degree back at angle of rotation) about rotation of the roll 6 which is a thermal-spraying base material, i.e., the scan of a thermal-spraying base material.

[0017] The thermal-spraying devices shown in drawing 1 are some thermal-spraying systems shown in drawing 2, and are driven with the electric apparatus of the junction box 30. The personal computer 41 is connected to the electric apparatus of the junction box 30 as a host, and this personal computer 41 gives a welding condition and a control command to the electric apparatus of the junction box 30 according to a thermal-spraying schedule.

[0018] The outline of the electric element of the junction box 30 is shown in drawing 3. Above-mentioned x of a torch 1 and y drive are equipped with the start edge limit switches L_{xo} and L_{yo} and the termination limit switches L_{xe} and L_{ye} which set the movement range to each. When a torch 1 is in the start edge equivalent location of each device, a start edge limit switch Open, A termination limit switch is close, when a torch 1 is between a start edge equivalent location and a termination equivalent location and both switches have close and a torch 1 in the termination equivalent location of each device, a start edge limit switch is close and a termination limit switch is open.

[0019] Rotary encoders R_x , R_y , and R_r are combined with the revolving shaft of the electric motors M_x , M_y , and M_r of above-mentioned x, y migration device, and each base material rotation drive, and these generate one electric pulse per rotation of whenever [predetermined corniculus / of an electric motor]. Moreover, the base material rotation drive is equipped with the rotary encoder R_h for angle-of-rotation radix point detection which generates one electric pulse per rotation of a roll 6.

[0020] While the controllers 21x and 21y which contain a microprocessor while driving the torch 1 are carrying out normal rotation energization of the electric motors M_x and M_y , the electric pulse which rotary encoders R_x and R_y generate is counted up, while carrying out inversion energization, the electric pulse which rotary encoders R_x and R_y generate is counted down, and counted value is cleared when the start edge limit switches L_{xo} and L_{yo} are open (KAUNTODE-TA is made into what shows 0). For example, controller 21x confirm whether when a power source is supplied to itself, the start edge limit switch L_{xo} is open (x locations of a torch 1 are start edge locations), it directs that motor inversion energization is close (there is nothing in a start edge location) to Motor Driver 22x, and Motor Driver 22x close an inversion energization circuit. By containing the start edge limit switch L_{xo} in this inversion energization circuit, since it is close, an inversion current flows to an electric motor M_x , and an electric motor M_x carries out inverse rotation to it. If the start edge limit switch L_{xo} becomes open by this inverse rotation, an inversion energization circuit will serve as open, the inversion current to an electric motor M_x will be intercepted, and an electric motor M_x will stop. On the other hand, if the start edge limit switch L_{zo} switches from close to open, controller 1x will cancel the inversion directions to Motor Driver 22x, and will clear x migration location register (one field inside [RAM] a microprocessor). x migration location of a torch 1 is in the start edge of x successive ranges here, and, as for the data of x migration location register, 0 (radix point) will be shown.

[0021] Actuation of controller 21y is the same as that of the thing of 21x, and actuation of Motor Driver 22y is the same as that of the thing of 22x. While carrying out the rotation drive of the roll 6, if controller 21R containing a microprocessor counts up the electric pulse which a rotary encoder R_r generates and a rotary encoder R_h generates an electric pulse, counted value will be initialized to 0. Counted value expresses angle of rotation from an angle-of-rotation radix point of a roll 6.

[0022] According to directions of CPU24, controller 21c to the thermal-spraying power source 16 to which a torch 1 is connected The signal which specifies a thermal-spraying current, an electrical potential difference, and ON (energization)/OFF (energization halt) is given. The signal which directs ON (gas supply)/OFF (supply interruption) is given to the fluid feeder 17, and the signal which directs a speed of supply, and ON (supply)/OFF (supply interruption) is given to the fine-particles feeding equipment 18 which feeds into a torch 1 the thermal-spraying material fine particles which are the raw

materials of a sprayed coating. Controllers 21x, 21y, 21R, and 21c and the actuation pendant 8 are alternatively connected to CPU24 through the I/O (I/O) port 23. CPU24 specifies this connection through a system controller 25. ROM26 and RAM27 are connected to the address bus of CPU24, and the data bus. A system controller 25 gives the control signal which CPU24 directs to ROM26, RAM27, and the actuation pendant 8.

[0023] Drawing 2 is referred to again. The two-dimensional display 42, the keyboard, and the mouse 43 are connected to the personal computer 41, the computer system of these whole is constituted as a control panel, corresponding to an operator input, a thermal-spraying schedule is generated in a personal computer 41, and program ** which drives a thermal-spraying device according to a thermal-spraying schedule, and performs thermal spraying is stored in it.

[0024] The function realized by this program is shown in drawing 4 according to an operator's activity flow. After a power source is supplied to a control panel 40 and a personal computer 41 completes initialization of a power-source ON response, this program is started and a thermal-spraying working menu is displayed on a display. The main items on this menu are spray condition creation edit (spray condition creation, spray condition edit).

It is edit of target thickness and front [pitch input thermal spraying] measurement thermal-spraying measurement data. An operator chooses "spray condition creation edit" of the display menu of a personal computer 41, he generates or edits a spray condition by "spray condition creation" or "spray condition edit" of the sub menu in it, registers with this thermal-spraying working-level month, then chooses "target thickness and a pitch input", and inputs sprayed coating thickness desired value, the x-axis start location Xs of thermal spraying and a location Xe, the hoop direction sampling pitch Pr, and the x direction sampling pitch Px.

[0025] Next, the input key of the actuation pendant 8 is operated, and a torch 1 is set as the x-axis start location Xs, and "measurement before thermal spraying" is chosen, and the activation (start) is directed. This is answered and a personal computer 41 performs "distance measurement" 5 before thermal spraying. That is, the program of the distance measurement before thermal spraying is started, distance measurement of roll 6 peripheral surface by the laser range finder (5pc of head 5+ measurement circuits) is performed, and a measurement value is written in the measurement value table before thermal spraying (one field of the memory of the personal computer 41 interior). These contents are later mentioned with reference to drawing 5. After ending this measurement, a personal computer 41 performs "target distance operation" 6 automatically, and writes the value which read each measurement value of the measurement value table before thermal spraying one by one, and subtracted sprayed coating desired value from the read-out value in a desired value table. After ending this, a personal computer 41 reports completion of a target distance setup.

[0026] If an operator chooses "thermal spraying" and directs the activation (start), a personal computer 41 will perform "thermal-spraying" 7. These contents are later mentioned with reference to drawing 6. "Measurement data edit-" 8 respond to directions (dialogue input) of an operator. Front [thermal spraying] distance (data of the measurement value table before thermal spraying) and the distance immediately after thermal-spraying each pass i (data of i table) are edited into an output. Or based on those data, the sprayed coating thickness of each pass and the total coat thickness of all pass are computed, it edits into an output, the data of the back before edit are displayed on a display 42, and it prints out by the printer of external connection according to printed output directions.

[0027] With reference to drawing 5, the contents of "distance measurement" 5 before thermal spraying are explained. If x of a torch 1 and y driving input occur that, as for a personal computer 41, measurement start directions will be given from the input board 43 or the actuation pendant 8 if it progresses to this processing from the actuation pendant 8 waiting and in the meantime, the torch drive which answered this will be permitted to CPU24 (steps 51 and 52). Hereafter, into a parenthesis, the word of a step is omitted and only a step No. figure is described.

[0028] If there are measurement start directions, a personal computer 41 will direct the fixed-speed rotation drive with the roll rotational speed Vro in a spray condition (assignment value) in the junction box 30, and CPU24 will specify this fixed-speed rotation as controller 21R (step 53). When controller

21R starts the rotation drive of a roller 6, the rotational speed reaches Abbreviation Vro and constant speed control is started, a rate ready is reported to CPU24 and CPU24 reports this to a personal computer 41 through the communication link controller 9 (step 54). By answering this, a personal computer 41 directs the torch drive to Xs in the junction box 30 (CPU24) (step 55), and starts count-up of the pulse PRr which a rotary encoder Rr will generate if waiting (56) and it generate that a rotary encoder Rh generates the include-angle radix point pulse PRh, and (57) and counted value wait to be set to Dr (58). That is, it waits for the hoop direction radix point location (angle-of-rotation radix point) of a roll 6 to reach the aim line of the measurement head 5.

[0029] If counted value is set to Dr, a personal computer 41 directs a fixed-speed rotation drive at the x direction torch drive rate (assignment value) Vxo of a spray condition in the junction box 30 (59). Next, own Rr of a personal computer which answers the pulse which rotary encoders Rr and Rx generate, and counts up the occurrences, and Rx interrupt processing are permitted (setup), and the write-in address Ad of the measurement value table before (60) thermal spraying is initialized (61). And the write-in address Ad is advanced to the 1st address of writing, and the measurement distance data of a laser range finder (5+5pc) are written in there (62). By having permitted Rr and Rx interrupt processing, if one pulse of rotary encoders Rr occurs, 1 ***** of KAUNTODE-TA of a count register CRr will be carried out, and if one pulse of rotary encoders Rx occurs, 1 ***** of KAUNTODE-TA of a count register CRx will be carried out. KAUNTODE-TA of Register CRr shows the rotation of a roll 6, and KAUNTODE-TA of Register CRx shows the movement magnitude of the x directions of a torch 1.

[0030] After that, for every rotation for one pitch (Pr**), this rotation data (data CRr of Register CRr) is initialized (63 64), the write-in address Ad of the measurement value table before thermal spraying is advanced to a degree, and the measurement distance data of a laser range finder (5+5pc) are written [then,] in the hoop direction of a roll 6 (65). The head 5/roll table face to face dimension data on a round (the 1st line) of a roll 6 is written in the measurement value table before thermal spraying in Pr pitch by this repetition.

[0031] When the store for this round is finished, a rotary encoder Rh generates one pulse and the value CRx of the data of Register CRx is set to 1. Answer this and a personal computer 41 forbids count-up (pulse PRr interruption) of the pulse which a rotary encoder Rr generates (67 68). That the data of Register CRx become equal to the x direction pitch Px Waiting (69), If it becomes so, Registers CRr and CRx will be cleared, (70) and pulse PRr interruption will be permitted, the write-in address Ad of the measurement value table before (71) thermal spraying will be advanced, and the measurement distance data of a laser range finder (5+5pc) will be written in there (62).

[0032] After that, for every rotation for one pitch (Pr**), this rotation data (data CRr of Register CRr) is initialized (63 64), the write-in address Ad of the measurement value table before thermal spraying is advanced to a degree, and the measurement distance data of a laser range finder (5+5pc) are written [then,] in the hoop direction of a roll 6 (65). The head 5/roll table face to face dimension data on a round (the 2nd line) of a roll 6 is written in the measurement value table before thermal spraying in Pr pitch by this repetition. The x direction distance of the 1st above-mentioned line and the 2nd line is x pitch Px.

[0033] A personal computer 41 repeats the writing of the measurement value table before thermal spraying of the above-mentioned measurement distance value of 1 round each until a torch 1 (head 5) becomes Xe location of a x axis. And if it becomes Xe location, a personal computer 41 will stop x drives of a torch 1, and will stop the rotation drive of a roll 6.

[0034] Next, a personal computer 41 is written in a desired value table (one field of the memory in a personal computer 41) by making into distance desired value the value which progressed to "target distance operation" 6 (drawing 4), read the measurement value of the measurement value table before thermal spraying one by one, and deducted sprayed coating desired value from the measurement value. Next, the contents of "thermal-spraying" 7 are explained with reference to drawing 6 . Injection of the thermal-spraying material plasma (elevated-temperature air current which thermal-spraying material fine particles fuse by high-temperature plasma and by which they are contained in a plasma air current) is

started from a head 1, and the thermal-spraying material plasma is made to inject in a spray condition first here (73 74). And if there are start directions, the rotation drive of the roll 6 will be carried out with the rotational speed V_{ro} in a spray condition (75 76).

[0035] If the rotational speed of a roll 6 reaches V_{ro} , the measurement value table after the 1st pass thermal spraying will be set to the writing of a distance measurement value (77 78), a torch 1 will be driven to a starting position X_s , and (79) and Register PFF will be cleared (80). In addition, it means that thermal spraying beyond sprayed coating thickness desired value has finished the data 0 of Register PFF henceforth, and data 1 mean under sprayed coating thickness desired value (continuation important point of thermal spraying).

[0036] After that, like the time of the above-mentioned distance measurement before thermal spraying, a torch 1 (and head 5) is driven in the x directions at x drive rate V_{xo} in a spray condition (81-84), and it is P_r pitch in the hoop direction of a roll 6. A distance measurement value is written in the measurement value table after the 1st pass thermal spraying (85-88). coincidence -- the distance desired value of a correspondence location -- a desired value table -- reading -- or [(89) and this distance measurement value > distance desired value (thermal spraying of sprayed coating target thickness is not completed)] - - checking -- (90) and (91) which write 1 (thermal-spraying continuation important point) in Register PFF as coming out so. Hereafter, they are the writing to the table of a distance measurement value above-mentioned in a hoop direction P_r pitch and a x direction P_x pitch, and the check (87-100) of distance measurement value > distance desired value like the time of the above-mentioned distance measurement before thermal spraying.

[0037] And if a torch 1 arrives at the end location X_e , a personal computer 41 checks the data of Register PFF (101), it will specify the measurement value table after thermal spraying for degree pass that it is 1 (thermal spraying of sprayed coating target thickness is not completed) (102), will return a torch 1 to a starting position X_s , and 80 or less above-mentioned step one-pass thermal-spraying processing (80-101) will be performed again. although Register PFF is cleared at the time of initiation of one-pass thermal-spraying processing and (80) and its data are set as 0 (thermal spraying of sprayed coating target thickness is completed), it is that which writes 1 (thermal spraying -- incomplete) for at least one of the sampling points of one-pass thermal spraying (start point X_s - X_e) in Register PFF there as thermal spraying is incomplete (distance measurement value > distance desired value) (90 91), and progresses to thermal spraying of degree pass in that case (101-102-79). Since the writing of the data 1 to the register PFF of step 91 does not perform that it is distance measurement value \leq distance desired value (sprayed coating thickness beyond desired value) in all the sampling points of one-pass thermal spraying, the data of Register PFF stop at 0 (sprayed coating thickness beyond desired value). At this time, when this pass is ended, thermal spraying is suspended (101,103).

[0038] In "measurement data edit-" 8, a personal computer 41 displays the Edit menu of measurement data on a display 42. If there are a sprayed coating thickness operation and the total coat thickness operation the whole pass and an operator specifies the total coat thickness operation in it, a personal computer 41 first specifies the distance measurement value table of the last pass (i is maximum), and the distance measurement value table before thermal spraying, and it will display them on a display while computing, the difference, i.e., total coat thickness, of a measurement value of a correspondence sampling point (the same A_d) on both tables, and writing in the total coat thickness table. If a sprayed coating thickness operation is specified the whole pass and pass No. j is inputted, a personal computer 41 specifies the distance measurement value table of $i=j$, and the distance measurement value table of $i=j-1$, and it will display them on a display while computing, the difference, i.e., j -th pass sprayed coating thickness, of a measurement value of a correspondence sampling point on both tables, and writing in the j -th pass coat thickness table. An operator specifies a table (data constellation) on display on a display, and the table on memory (data constellation), on a display, can edit a layout and an amount display gestalt (digital display, graphical representation), and can do print directions.

[0039] - The device outline of the 2nd example-2nd example is shown in drawing 7. This 2nd example is x and a mode which carries out y two-dimensional scan on the plasma metal spray torch 1 about the thermal-spraying base material 36. The two-dot chain line showed an example of a bow type two-

dimensional scan locus on the thermal-spraying base material 36. In order to measure sprayed coating thickness immediately after thermal-spraying each pass (head 5 / distance between base materials 36) during thermal spraying (on real time), the head 5 for distance measurement must be positioned behind transit of a head 1. It is necessary in the case of the scan locus shown in drawing 7, to finish the scan of the direction of +y, to carry out a predetermined distance drive in the x directions, and to carry out the rotation drive of the arm 32 which supports the distance measurement head 5 of a laser range finder when scanning in the direction of -y 180 degrees a core [the injection nozzle of a torch 1]. It was made to carry out the rotation drive of automatic, smooth, and the minor diameter gear that enables rotation of a ring-like spur gear at the circumference of a torch 1, hangs and supports it by the torch carriage 2, fixes the head support arm 32 to a spur gear, and meshes with a spur gear in order to carry out at high speed for such a rotation drive by the electric motor Mr.

[0040] Although the thermal-spraying system of this 2nd example is the same as that of what is shown in drawing 2 according to a profile, it becomes what permuted the arm 32 which shows the rotation drive 12 on drawing 2 to drawing 7 by the device (a spur gear, an above-mentioned minor diameter gear, and an above-mentioned electric motor Mr) which carries out a rotation drive. Although it is the same as that of what also shows the junction box 30 used by the thermal-spraying system of the 2nd example to drawing 3, Motor Mr and the rotary encoders Rr and Rh on drawing 3 are shown on drawing 7 R> 7.

[0041] The function of the personal computer 41 of the thermal-spraying system of the 2nd example is shown in drawing 8 according to an operator's activity flow. The main items of the thermal-spraying working menu displayed on a display are spray condition creation edit (spray condition creation, spray condition edit).

It is edit of front [target thickness input thermal-spraying locus creation thermal spraying] measurement thermal-spraying measurement data. That thermal-spraying locus creation is added differs from the 1st example. By thermal-spraying locus creation, an operator inputs the thermal-spraying field starting point (Xs, Ys) and a terminal point (Xe, Ys), does the coordinate input or teaching input which specifies a thermal-spraying locus, and sets up a thermal-spraying locus. In addition, the thermal-spraying field said here is an operating range of the nozzle of a torch 1, using the actuation pendant 8, in manual switch actuation, y drive of is done and teaching inputs are x and a thing to which a personal computer 41 performs location read in of a torch 1 about a torch 1. If a thermal-spraying locus is set up, an operator will input the location (location on a thermal-spraying locus) and turn combination which carry out the revolution drive of the measurement head 5 on a thermal-spraying locus so that the measurement head 5 may be located behind the migration direction of a torch 1.

[0042] As well as the time of a thermal-spraying activity, carrying out the automatic drive of the torch 1 along with a thermal-spraying locus, the revolution drive of the head 5 is carried out in a setting location, and they read the measurement value of a laser range finder (5pc of head 5+ measurement circuits) by the set-up sampling pitch, and "distance measurement" 5 before thermal spraying in this 2nd example write it in memory. However, a torch 1 does not carry out thermal-spraying energization. Moreover, a sampling field is made into the rectangle field used as a diagonal corner, and the outside of it makes the thermal-spraying field starting point (Xs, Ys) and a terminal point (Xe, Ys) the mask field of a measurement value sampling for it. And a head location is computed from a torch location, and on condition that a head location is in this rectangle field, a distance measurement value is read.

[0043] "Thermal-spraying" 7 in this 2nd example compare with target distance while carrying out the automatic drive of the torch 1 along with a thermal-spraying locus, and reading the measurement value of a laser range finder (5pc of head 5+ measurement circuits) in the same mode as above-mentioned "distance measurement" 5 before thermal spraying and they writing it in memory, injecting a thermal-spraying style from a torch 1. The configuration and function of others of a thermal-spraying system of the 2nd example are the same as that of the thermal-spraying system of the 1st above-mentioned example.

[0044] As shown in drawing 7, outgoing scanning of the torch 1 is carried out in the direction of -y in the +x direction at the terminal point of outgoing-scanning *Perilla frutescens* (L.) Britton var. *crispa* (Thunb.) Decne. And when outgoing scanning is carried out in the direction of +y in the +x direction at

the terminal point of bounce-scanning *Perilla frutescens* (L.) Britton var. *crispa* (Thunb.) Decne., this scan is repeated and a two-dimensional scan is carried out at a bow type () Or in the bow type scan of the mold for which y under this expression was changed to x, and x was changed to y, as shown in Fig. 9 Even if the scanning direction of a torch 1 changes by setting up the distance measurement head 5 behind x directions (the direction of y), the revolution drive for placing a head 5 behind a scanning direction becomes unnecessary. Only the mode shown in this drawing 9 fixes the head support arm 32 to the torch carriage 2 at a case, and the device for carrying out a rotation drive omits an arm 32. Thereby, the device of the circumference of a torch 1 becomes simple.

[0045] In addition, if outside of the rectangle field which is shown in drawing 7 and drawing 9 according to a two-dot chain line and which sets up the bow type scan locus for torch 1, and uses the thermal-spraying field starting point (Xs, Ys) and a terminal point (Xe, Ys) as a diagonal corner is made into the mask field of a distance measurement value sampling, since a torch 1 will move in a parenchyma top this rectangle field, distance measurement of an inside field is not performed from the boundary of torch 1 / distance part this rectangle field between heads 5. What is necessary is just to move a torch 1 to an excess to a torch 1/the distance part outside between heads 5 rather than this rectangle field, in order to also perform this distance measurement. However, even if some sprayed coating thickness measurement values of the scan migration field (said rectangle field) of a torch 1 are not obtained, the practicality of thermal spraying equipment is not spoiled.

[Translation done.]

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2000-282214

(P2000-282214A)

(43) 公開日 平成12年10月10日 (2000. 10. 10)

(51) Int.Cl.⁷

識別記号

F I

ページ・ト (参考)

C 2 3 C 4/12

C 2 3 C 4/12

4 K 0 3 1

4/00

4/00

審査請求 未請求 請求項の数 5 O L (全 13 頁)

(21) 出願番号

特願平11-88003

(22) 出願日

平成11年3月30日 (1999. 3. 30)

(71) 出願人 000233701

日鐵溶接工業株式会社

東京都中央区築地3丁目5番4号

(72) 発明者 園 田 弘 文

千葉県習志野市東習志野7丁目6番1号

日鐵溶接工業株式会社機器事業部内

(72) 発明者 北 原 繁

千葉県習志野市東習志野7丁目6番1号

日鐵溶接工業株式会社機器事業部内

(74) 代理人 100076967

弁理士 杉 信 興

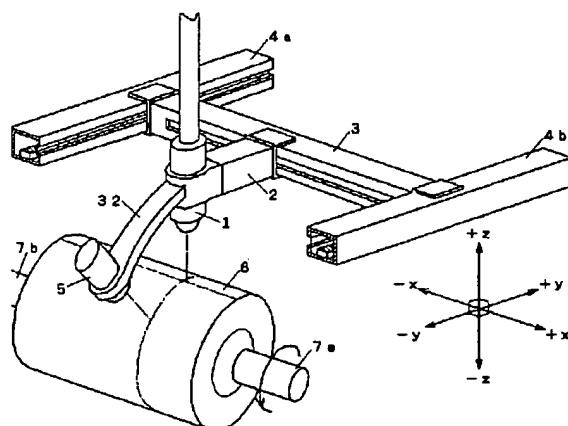
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 溶射方法および装置

(57) 【要約】

【課題】 所要厚の溶射皮膜を確実に形成。人手による溶射皮膜厚計測をなくす。溶射皮膜品質信頼性の向上。均質、清浄な溶射皮膜を安定して形成。

【解決手段】 溶射トーチ1から高熱熔融した溶射材料を高熱気流と共に噴射し溶射基材6、36に当てて溶射皮膜を形成するにおいて、溶射トーチ1と距離計測ヘッド5とをキャリッジ2に装備し；溶射に先立って、ヘッド5にて溶射基材の複数点の各距離を計測し；距離計測値より溶射皮膜厚目標値を減算した値を距離目標値としてメモリに格納し；溶射中は、トーチ1で溶射基材を走査すると共に溶射直後表面のヘッド5による距離計測値を読込んで、該計測値がメモリ上の距離目標値よりも短いかによって溶射皮膜厚が目標値に達したかを判定する。



【特許請求の範囲】

【請求項1】溶射トーチから高熱熔融あるいは半熔融した溶射材料を高熱気流と共に噴射しこの噴射流に溶射基材を曝してその表面に溶射皮膜を形成するにおいて、溶射作業に先立って、前記溶射トーチを支持するトーチ支持部材および溶射基材の少くとも一方を他方に対して相対的に駆動して、トーチ支持部材で担持した距離測定器にて溶射基材の複数点の各距離を計測し；溶射作業中は、溶射トーチの噴射流が溶射基材を走査するように、前記トーチ支持部材および溶射基材の少くとも一方を他方に対して相対的に駆動すると共に、噴射流が走査した溶射基材表面の距離をトーチ支持部材で担持した距離測定器にて計測し、溶射作業に先立って計測した値、今回の計測値および溶射皮膜厚目標値に従って溶射皮膜厚が目標値に達したかを判定する；ことを特徴とする溶射方法。

【請求項2】溶射作業に先立って計測した距離と溶射皮膜厚目標値から各点の目標距離を算出してメモリに書き込み、溶射作業中は、前記メモリに目標距離がある点の計測値を該目標距離と比較して溶射皮膜厚が目標値に達したかを判定する、請求項1記載の溶射方法。

【請求項3】高熱熔融あるいは半熔融した溶射材料を高熱気流と共に噴射する溶射トーチ；該溶射トーチを支持するトーチ支持部材；該溶射トーチの噴射流が溶射基材を走査するように、前記トーチ支持部材および溶射基材の少くとも一方を他方に対して相対的に駆動する走査手段；および、前記噴射流が走査した溶射基材表面の溶射皮膜厚を検出するために、前記トーチ支持部材で支持した計測器；を備える溶射装置。

【請求項4】溶射トーチに対してはその噴射ノズルを中心に回動自在に、トーチ支持部材で支持され、前記計測器を支持する部材；を更に備える請求項3記載の溶射装置。

【請求項5】前記計測器支持部材を溶射トーチの噴射ノズルを中心に回動駆動する電動機構；を更に備える請求項4記載の溶射装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、溶射トーチから高熱熔融あるいは半熔融した溶射材料を高熱気流と共に吹き出し、この溶射材料流に加工対象材（溶射基材）を曝して溶射皮膜を形成する高熱溶射加工に関し、特に、溶射作業中の溶射皮膜厚の確認に関する。

【0002】

【従来の技術】物体表面に各種機能皮膜を、高熱溶射により形成する溶射法には、ガス溶射、アーク溶射、プラズマ溶射、高速フレイム溶射等がある。一般に求められる溶射皮膜厚は100～500μm程度であり、溶射1回（1パス）あたりで形成される膜厚は、溶射方法によ

って異なるが、10～30μm程度であり、所要の膜厚を得るためには、数層（数パス）の溶射を繰返す必要がある。したがっていずれの溶射方法でも、希望する皮膜厚を得るために従来は、予め溶射条件と得られる膜厚（1パス膜厚）を得ておいて、与えられる皮膜厚と所要溶射条件宛ての1パス膜厚から所要パス数を算出して、該パス数の溶射を繰返す。これが終わるとマイクロメータ等により膜厚を測定し、確認していた。高い膜厚精度および又は高い信頼性が要求される場合には、1パス毎に膜厚を測定し、希望の膜厚になるまで1パス溶射を繰返すとか、途中で溶射条件を調整するなども行なわれている。

【0003】

【発明が解決しようとする課題】マイクロメータ等による手作業による膜厚測定は、溶射皮膜を傷付けるおそれがあり、また、測定精度および信頼性に問題を生ずることがある。更には、測定時に溶射基材の温度が変化し表面雰囲気が変わるので、数パスの溶射の間にランダムに膜厚測定を行なうことは、均質な機能皮膜の安定した形成に障害となることがある。また、いずれにしても人手による膜厚計測は、労力を多とし、1パス毎に膜厚計測を行なう場合は、所要厚の皮膜を得るまでの労力が膨大となる。のみならず、皮膜形成の生産性が低い一因となる。特に、溶射装置周りを真空引き又は非酸化性気体雰囲気として清浄な皮膜を形成しようとする場合は、該空間から溶射基材を運び出して膜厚計測をしてまた該空間に搬入するとか、該空間への計測作業員の出入は、雰囲気の制御、調整に時間がかかり生産性を大きく損なうばかりでなく、皮膜を汚染する可能性が高い。

【0004】本発明は、所要厚の溶射皮膜を確実に形成することを第1の目的とし、これを、人手による溶射皮膜厚計測をなくして実現することを第2の目的とし、溶射皮膜の品質の信頼性を高くすることを第3の目的とし、均質、清浄な溶射皮膜を安定して形成することを第4の目的とする。

【0005】

【課題を解決するための手段】（1）本発明は、溶射トーチ(1)から高熱熔融あるいは半熔融した溶射材料を高熱気流と共に噴射しこの噴射流に溶射基材(6,36)を曝してその表面に溶射皮膜を形成するにおいて、溶射作業に先立って、前記溶射トーチ(1)を支持するトーチ支持部材(2)および溶射基材(6,36)の少くとも一方を他方に対して相対的に駆動して、トーチ支持部材(2)で担持した距離測定器(5)にて溶射基材(6,36)の複数点の各距離を計測し；溶射作業中は、溶射トーチ(1)の噴射流が溶射基材(6,36)を走査するように、前記トーチ支持部材(3)および溶射基材(6,36)の少くとも一方を他方に対して相対的に駆動すると共に、噴射流が走査した溶射基材表面の距離をトーチ支持部材(2)で担持した距離測定器(5)にて計測し、溶射作業に先立って計測した値(溶射前計測

値テーブルの値)、今回の計測値および溶射皮膜厚目標値に従って溶射皮膜厚が目標値に達したかを判定する; ことを特徴とする。なお、理解を容易にするためにカッコ内には、図面に示し後述する実施例の対応要素の記号又は対応事項を、参考までに付記した。以下も同様である。

【0006】これによれば、溶射作業前の溶射基材(6,36)の距離計測値と溶射を開始した後の距離計測値との差が溶射皮膜厚であり、この差を溶射皮膜厚目標値と比較すると、差≧目標値をもって所要の膜厚が得られたとすることができる。溶射作業前および溶射作業中の距離計測がいずれも自動的に行なわれ、しかも上述の差≧目標値の判定を溶射作業中にリアルタイムで実行するので、溶射皮膜厚管理労力が激減し、所要厚の溶射皮膜を確実に形成することができる。溶射作業を開始した後は、所要膜厚を得るまで溶射装置周りの空間を遮断して溶射皮膜の汚染を避けることができるので、溶射皮膜の品質の信頼性が高く、均質、清浄な溶射皮膜を安定して形成することができる。

【0007】

【発明の実施の形態】(2)溶射作業に先立って計測した距離と溶射皮膜厚目標値から各点の目標距離を算出してメモリ(目標値テーブル)に書込み、溶射作業中は、前記メモリに目標距離がある点の計測値を該目標距離と比較して溶射皮膜厚が目標値に達したかを判定する(図6の89~91,101-103)。

【0008】この処理はコンピュータで高速に行なうことができるので、走査速度が高い場合でも、高密度に距離計測サンプリング点を定めて、緻密に溶射皮膜厚の自動管理を行なうことができる。

(3)高熱熔融あるいは半熔融した溶射材料を高熱気流と共に噴射する溶射トーチ(1);該溶射トーチを支持するトーチ支持部材(2);該溶射トーチの噴射流が溶射基材(6,36)を走査するように、前記トーチ支持部材(2)および溶射基材(6,36)の少くとも一方を他方に対して相対的に駆動する走査手段(図3);および、前記噴射流が走査した溶射基材表面の溶射皮膜厚を検出するために、前記トーチ支持部材(2)で支持した計測器(5);を備える溶射装置。

【0009】この溶射装置を用いて上記(1),(2)の溶射方法を実現し、上述の作用、効果を得ることができる。

(4)溶射トーチ(1)に対してはその噴射ノズルを中心に回転自在に、トーチ支持部材(2)で支持され、前記計測器(5)を支持する部材(32);を更に備える溶射装置。

【0010】これによれば、溶射トーチ(1)をx方向に走査する場合には溶射トーチ(1)と計測器(5)がx方向に並びしかも走査方向に関して溶射トーチ(1)よりも後方に位置するように、計測器支持部材(32)の回転角を設定することができ、また、溶射トーチ(1)をy方向走査に

変更するときは、溶射トーチ(1)と計測器(5)がy方向に並びしかも走査方向に関して溶射トーチ(1)よりも後方に位置するように、計測器支持部材(32)の回転角を設定することができるので、走査方向の選択自由度が高くなる。

(5)前記計測器支持部材(32)を溶射トーチ(1)の噴射ノズルを中心に回転駆動する電動機構(図7);を更に備える溶射装置。

【0011】これによれば、例えば長いy往走査の次に短いx往走査をし次に長いy復走査をして次に短いx往走査をして、このようy往走査+x往走査+y復走査を繰返して弓形軌跡で走査する場合、y往走査の終り点(又はy復走査の始点)で計測器支持部材(32)を180度回転させることにより、y往走査で走査の後方にあった計測器(5)をy復走査でも走査の後方に自動的に駆動することができる。

【0012】本発明の他の目的および特徴は、図面を参照した以下の実施例の説明より明らかになろう。

【0013】

20 【実施例】—第1実施例—

図1に、本発明の第1実施例の外観を示す。この実施例では、床の上方に2本の水平y梁4a,4bがあり、これらにy方向に移動自在に水平x梁3が結合し、この水平x梁3に、x方向に移動自在にトーチキャリアッジ2が結合し、このキャリアッジ2で、プラズマ溶射トーチ1が支持されている。キャリアッジ2と水平x梁3には、キャリアッジ2をx方向に駆動する電動x駆動装置が装備されているが、その機構の図示は省略した。該電動x駆動装置の電気モータは、図2上では単にMと表記して、図3上ではMxと表記している。

30 【0014】また、水平x梁3と水平y梁4a,4bには、水平x梁3をy方向に駆動する電動y駆動装置が装備されているが、その機構の図示も省略した。該電動y駆動装置の電気モータは、図2上では単にMと表記して、図3上ではMyと表記した。これらx,y駆動装置によってプラズマ溶射トーチ1(の下向きのプラズマ噴射ノズル)を、所定位置の所定サイズのx,y平面上の任意点に位置決めすることができる。

【0015】図1に示す実施例では、床に、図示しないロール支持スタンドがあり、それに電動回転駆動機構付の軸チャックがあり、該軸チャックによって、溶射基材であるロール6の軸7a,7bが固定支持されている。電動回転駆動機構の電気モータ(図2,図3上のMr)によって軸チャックが回転駆動され、これにより溶射基材であるロール6が回転する。プラズマ溶射トーチ1は、ロール6のドラム状周面の、最上部(頂点)の上方にある。

【0016】トーチキャリアッジ2にはアーム32が固着されており、このアーム32の先端にレーザ距離計の計測ヘッド5が固定されている。この計測ヘッド5の距離

計測のねらい線（ヘッド5の中心線）は、ロール6の中心線と直交する。トーチ1の噴射ノズルの中心線とヘッド5の中心線は、同一 y 、 z 平面上にある。溶射時はロール6が、符号7aの近くの矢印の方向（以下これを反時計方向と称す）に回転駆動され、そのときトーチ1のノズルに対向したロール面は、ロール6が角度 D_r （°）回転したときに計測ヘッド5のねらい線に達し、そしてそれを横切る。すなわち計測ヘッド5は、溶射基材であるロール6の回転すなわち溶射基材の走査、に関して後方（回転角度で D_r °後方）に位置する。

【0017】図1に示す溶射機構は、図2に示す溶射システムの一部であり、中継箱30の電気装置によって駆動される。中継箱30の電気装置にはホストとしてパソコン41が接続されており、このパソコン41が、溶射スケジュールに従って溶接条件および制御指令を中継箱30の電気装置に与える。

【0018】図3に、中継箱30の電気要素の概要を示す。上述の、トーチ1の x 、 y 駆動機構には、それぞれに運動範囲を定める始端リミットスイッチ L_{x0} 、 L_{y0} および終端リミットスイッチ L_{xe} 、 L_{ye} が備わっており、トーチ1が各機構の始端相当位置にあるときに始端リミットスイッチが開、終端リミットスイッチは閉であり、トーチ1が始端相当位置と終端相当位置の間にあるときには両スイッチ共に閉、トーチ1が各機構の終端相当位置にあるときに始端リミットスイッチは閉、終端リミットスイッチは開である。

【0019】上述の x 、 y 移動機構および基材回転駆動機構それぞれの電気モータ M_x 、 M_y 、および M_r の回転軸には、ロータリエンコーダ R_x 、 R_y および R_r が結合されており、これらは電気モータの所定小角度の回転につき1個の電気パルスを発生する。また、基材回転駆動機構には、ロール6の1回転につき1個の電気パルスを発生する回転角度基点検出用のロータリエンコーダ R_h が備わっている。

【0020】トーチ1を駆動しているとき、マイクロプロセッサを含むコントローラ21 x 、21 y が、電気モータ M_x 、 M_y を正転付勢しているときにはロータリエンコーダ R_x 、 R_y が発生する電気パルスをカウントアップし、逆転付勢しているときにはロータリエンコーダ R_x 、 R_y が発生する電気パルスをカウントダウンし、始端リミットスイッチ L_{x0} 、 L_{y0} が開のときにはカウント値をクリアする（カウントデータを0を示すものにする）。例えば、コントローラ21 x は、それ自身に電源が投入されると、始端リミットスイッチ L_{x0} が開（トーチ1の x 位置が始端位置）であるかをチェックし、それが閉（始端位置にない）であると、モータドライバ22 x にモータ逆転付勢を指示し、モータドライバ22 x が逆転通電回路を閉じる。この逆転通電回路に始端リミットスイッチ L_{x0} が含まれておりそれが閉であるので、電気モータ M_x に逆転電流が流れ電気モータ M

x が逆回転する。この逆回転で始端リミットスイッチ L_{x0} が開になると、逆転通電回路が開となって電気モータ M_x への逆転電流が遮断されて電気モータ M_x が停止する。一方コントローラ21 x は、始端リミットスイッチ L_{x0} が開から閉に切換わると、モータドライバ22 x への逆転指示を解除し、 x 移動位置レジスタ（マイクロプロセッサの内部RAMの1領域）をクリアする。ここでトーチ1の x 移動位置が x 移動範囲の始端にあり、 x 移動位置レジスタのデータは0（基点）を示すものになっていることになる。

【0021】コントローラ21 y の動作も21 x のものと同様であり、モータドライバ22 y の動作も22 x のものと同様である。ロール6を回転駆動しているとき、マイクロプロセッサを含むコントローラ21 R が、ロータリエンコーダ R_r が発生する電気パルスをカウントアップし、ロータリエンコーダ R_h が電気パルスを発生するとカウント値を0に初期化する。カウント値は、ロール6の、回転角度基点からの回転角度を表わす。

【0022】コントローラ21 c はCPU24の指示に応じて、トーチ1が接続される溶射電源16には、溶射電流・電圧およびオン（通電）／オフ（通電停止）を指定する信号を与え、流体供給装置17にはオン（ガス供給）／オフ（供給停止）を指示する信号を与え、溶射皮膜の原料である溶射材粉体をトーチ1に送給する粉体送給装置18には供給速度およびオン（供給）／オフ（供給停止）を指示する信号を与える。CPU24には、入出力（I/O）ポート23を介してコントローラ21 x 、21 y 、21 R および21 c 、ならびに操作ペンダント8が選択的に接続される。この接続は、システムコントローラ25を介してCPU24が指定する。CPU24のアドレスバス、データバスにはROM26およびRAM27が接続されている。システムコントローラ25は、CPU24が指示する制御信号をROM26、RAM27および操作ペンダント8に与える。

【0023】再度図2を参照する。パソコン41には2次元ディスプレイ42ならびにキーボードおよびマウス43が接続されており、これら全体のコンピュータシステムが制御盤として構成され、パソコン41に、オペレータ入力に対応して溶射スケジュールを生成し、溶射スケジュールに従って溶射機構を駆動し溶射を行なうプログラム、が格納されている。

【0024】図4に、該プログラムによって実現する機能を、オペレータの作業フローに従って示す。制御盤40に電源が投入されてパソコン41が電源オン応答の初期化を終えると、該プログラムが起動されて、ディスプレイに、溶射作業メニューが表示される。該メニュー上の主な項目は、

溶射条件作成編集（溶射条件作成、溶射条件編集）
目標厚、ピッチ入力
溶射前計測

溶射

計測データの編集

である。オペレータは、パソコン41の表示メニューの「溶射条件作成編集」を選択して、その中のサブメニューの「溶射条件作成」又は「溶射条件編集」で溶射条件を生成又は編集して今回の溶射作業用に登録し、次に「目標厚、ピッチ入力」を選択して、溶射皮膜厚目標値、溶射のx軸スタート位置 X_s 、エンド位置 X_e 、周方向サンプリングピッチ P_r およびx方向サンプリングピッチ P_x を入力する。

【0025】次に操作ペンダント8の入力キーを操作してタッチ1をx軸スタート位置 X_s に設定し、そして「溶射前計測」を選択しその実行(スタート)を指示する。これにตอบสนองしてパソコン41が、「溶射前距離計測」5を実行する。すなわち溶射前距離計測のプログラムを起動し、レーザ距離計(ヘッド5+計測回路5p c)による、ロール6周面の距離計測を行なって計測値を溶射前計測値テーブル(パソコン41内部のメモリの一領域)に書込む。この内容は、図5を参照して後述する。この計測を終了するとパソコン41は、自動的に「目標距離演算」6を実行して、溶射前計測値テーブルの各計測値を順次に読出して読出し値から溶射皮膜目標値を減算した値を目標値テーブルに書込む。これを終了するとパソコン41が、目標距離設定の完了を報知する。

【0026】オペレータが「溶射」を選択しその実行(スタート)を指示すると、パソコン41が「溶射」7を実行する。この内容は、図6を参照して後述する。「計測データの編集」8は、オペレータの指示(対話入力)に応じて、溶射前距離(溶射前計測値テーブルのデータ)および溶射各バスi直後の距離(iテーブルのデータ)を出力用に編集し、および又は、それらのデータに基づいて各バスの溶射皮膜厚および全バスの総皮膜厚を算出し出力用に編集するものであり、編集前、後のデータをディスプレイ42に表示し、プリント出力指示に応じて外部接続のプリンタでプリントアウトする。

【0027】図5を参照して「溶射前距離計測」5の内容を説明する。この処理に進むとパソコン41は、入力ボード43又は操作ペンダント8から計測スタート指示が与えられるのを待ち、その間操作ペンダント8からタッチ1のx、y駆動入力があるとこれにตอบสนองしたタッチ駆動をCPU24に許可する(ステップ51、52)。以下、カッコ内には、ステップという語を省略して、ステップNo. 数字のみを記す。

【0028】計測スタート指示があるとパソコン41は、溶射条件の中のロール回転速度(指定値) V_{ro} での定速回転駆動を中継箱30に指示し、CPU24がコントローラ21Rにこの定速回転を指定する(ステップ53)。コントローラ21Rは、ローラ6の回転駆動を開始し、その回転速度が略 V_{ro} に達して定速制御をスター

トしたときに、速度レディを、CPU24に報知し、CPU24が通信コントローラ9を介してこれをパソコン41に報知する(ステップ54)。これにตอบสนองしてパソコン41は、中継箱30(のCPU24)に X_s へのタッチ駆動を指示し(ステップ55)、ロータリエンコーダ R_h が、角度基点パルス PR_h を発生するのを待ち(56)、それが発生するとロータリエンコーダ R_r が発生するパルス PR_r のカウンタアップを開始し(57)、カウンタ値が D_r になるのを待つ(58)。すなわち、ロール6の周方向基点位置(回転角基点)が計測ヘッド5のねらい線に達するのを待つ。

【0029】カウンタ値が D_r になると、パソコン41は、溶射条件のx方向タッチ駆動速度(指定値) V_{xo} での定速回転駆動を中継箱30に指示する(59)。次に、ロータリエンコーダ R_r 、 R_x が発生するパルスにตอบสนองしてその発生数をカウンタアップする、パソコン自身の R_r 、 R_x 割込み処理、を許可(設定)し(60)、溶射前計測値テーブルの書き込みアドレス A_d を初期化する(61)。そして書き込みアドレス A_d を、書き込み第1アドレスに進めてそこに、レーザ距離計(5+5p c)の計測距離データを書込む(62)。 R_r 、 R_x 割込み処理を許可したことにより、ロータリエンコーダ R_r が1パルス発生するとカウンタレジスタ CR_r のカウントデータが1インクリメントされ、ロータリエンコーダ R_x が1パルス発生するとカウンタレジスタ CR_x のカウントデータが1インクリメントされる。レジスタ CR_r のカウントデータはロール6の回転量を示し、レジスタ CR_x のカウントデータは、タッチ1のx方向の移動量を示す。

【0030】その後は、ロール6の、周方向に1ピッチ(P_r)分の回転量毎に、この回転量データ(レジスタ CR_r のデータ CR_r)を初期化して(63、64)、溶射前計測値テーブルの書き込みアドレス A_d を次に進めてそこに、レーザ距離計(5+5p c)の計測距離データを書込む(65)。この繰返しにより、ロール6の一周(第1ライン)上の、ヘッド5/ロール表面間距離データが、 P_r ピッチで溶射前計測値テーブルに書込まれる。

【0031】この一周分の書込を終えたときに、ロータリエンコーダ R_h が1パルスを発生し、レジスタ CR_x のデータの値 CR_x が1となる。これにตอบสนองしてパソコン41は、ロータリエンコーダ R_r が発生するパルスのカウンタアップ(パルス PR_r 割込み)を禁止し(67、68)、レジスタ CR_x のデータが、x方向ピッチ P_x に等しくなるのを待ち(69)、そうするとレジスタ CR_r 、 CR_x をクリアして(70)、パルス PR_r 割込みを許可し(71)、溶射前計測値テーブルの書き込みアドレス A_d を進めて、そこにレーザ距離計(5+5p c)の計測距離データを書込む(62)。

【0032】その後は、ロール6の、周方向に1ピッチ

(Pr°)分の回転量毎に、この回転量データ(レジスタCRrのデータCRr)を初期化して(63, 64)、溶射前計測値テーブルの書き込みアドレスAdを次に進めてそこに、レーザ距離計(5+5pc)の計測距離データを書込む(65)。この繰返しにより、ロール6の一周(第2ライン)上の、ヘッド5/ロール表面間距離データが、Prピッチで溶射前計測値テーブルに書込まれる。上記第1ラインと第2ラインのx方向距離がxピッチPxである。

【0033】パソコン41は、上述の各一周の計測距離値の溶射前計測値テーブルの書き込みを、トーチ1(ヘッド5)がx軸のXe位置になるまで繰返す。そしてXe位置になるとパソコン41は、トーチ1のx駆動を停止し、ロール6の回転駆動を停止する。

【0034】次にパソコン41は、「目標距離演算」6(図4)に進んで、溶射前計測値テーブルの計測値を順次に読出して計測値より溶射皮膜目標値を差し引いた値を距離目標値として目標値テーブル(パソコン41内のメモリの領域)に書込む。次に、図6を参照して「溶射」7の内容を説明する。ここではまず、ヘッド1より溶射材プラズマ(溶射材粉体が高温プラズマで溶融しプラズマ気流中に含まれる高温気流)の噴射を開始しかつ溶射条件にて溶射材プラズマを噴射させる(73, 74)。そしてスタート指示があると、ロール6を溶射条件の中の回転速度Vroで回転駆動する(75, 76)。

【0035】ロール6の回転速度がVroに達すると、第1パス溶射後計測値テーブルを、距離計測値の書き込みに定め(77, 78)、トーチ1を開始位置Xsに駆動し(79)、レジスタPFFをクリアする(80)。なお以後においてレジスタPFFのデータ0は、溶射皮膜厚目標値以上の溶射が終わっていることを意味し、データ1は、溶射皮膜厚目標値未満(溶射の継続要)を意味する。

【0036】その後は、上述の溶射前距離計測のときと同様に、トーチ1(およびヘッド5)を、溶射条件の中のx駆動速度Vxoでx方向に駆動し(81~84)、ロール6の周方向にPrピッチで、距離計測値を第1パス溶射後計測値テーブルに書き込み(85~88)、同時に対応位置の距離目標値を目標値テーブルより読出して(89)、今回の距離計測値>距離目標値(溶射皮膜目標厚の溶射が完了していない)かをチェックして(90)、そうであるとレジスタPFFに1(溶射継続要)を書込む(91)。以下、上述の溶射前距離計測のときと同様に、周方向Prピッチ、x方向Pxピッチで上述の距離計測値のテーブルへの書き込みと距離計測値>距離目標値のチェック(87~100)。

【0037】そしてトーチ1がエンド位置Xeに達するとパソコン41は、レジスタPFFのデータをチェックして(101)、それが1(溶射皮膜目標厚の溶射が完了していない)であると、次バス用の溶射後計測値テ

ブルを指定し(102)、トーチ1を開始位置Xsに戻して再度上述の、ステップ80以下の、1パス溶射処理(80~101)を行なう。1パス溶射処理の開始時にレジスタPFFをクリアして(80)、そのデータを0(溶射皮膜目標厚の溶射が完了)に設定するが、1パス溶射(開始点Xs~Xe)のサンプリング点の1つでも溶射が未完(距離計測値>距離目標値)であると、そこでレジスタPFFに1(溶射未完)を書込む(90, 91)ので、その場合には次バスの溶射に進む(101~102-79)。1パス溶射のサンプリング点のすべてで距離計測値≤距離目標値(溶射皮膜厚が目標値以上)であるとステップ91のレジスタPFFへのデータ1の書き込みは実行しないので、レジスタPFFのデータが0(溶射皮膜厚が目標値以上)に留まる。このときには、該バスを終了した時点で、溶射を停止する(101, 103)。

【0038】「計測データの編集」8では、パソコン41がディスプレイ42に、計測データの編集メニューを表示する。その中に、バス毎溶射皮膜厚演算および総皮膜厚演算があり、オペレータが総皮膜厚演算を指定すると、パソコン41はまず最終バス(iが最大値)の距離計測値テーブルと溶射前距離計測値テーブルとを指定して、両テーブル上の対応サンプリング点(同一Ad)の計測値の差すなわち総皮膜厚を算出して総皮膜厚テーブルに書込むと共にディスプレイに表示する。バス毎溶射皮膜厚演算が指定され、バスNo. jが入力されると、パソコン41は、i=jの距離計測値テーブルとi=j-1の距離計測値テーブルを指定して、両テーブル上の対応サンプリング点の計測値の差すなわち第jバス溶射皮膜厚を算出して第jバス皮膜厚テーブルに書込むと共にディスプレイに表示する。オペレータは、ディスプレイに表示中のテーブル(データ群)およびメモリ上のテーブル(データ群)を指定してディスプレイ上でレイアウトおよび量表示形態(数字表示、グラフ表示)を編集し、プリント指示することができる。

【0039】-第2実施例-

第2実施例の機構概要を図7に示す。この第2実施例は、溶射基材36をプラズマ溶射トーチ1でx, y2次元走査する態様である。溶射基材36上に2点鎖線で、弓型の2次元走査軌跡の一例を示した。溶射各バス直後の溶射皮膜厚(ヘッド5/基材36間距離)を溶射中に(リアルタイムで)計測するためには、ヘッド1の走行の後方に距離計測のためのヘッド5を位置決めしなければならない。図7に示す走査軌跡の場合、+y方向の走査を終えてx方向に所定距離駆動し、そして-y方向に走査するときには、レーザ距離計の距離計測ヘッド5を支持するアーム32を、トーチ1の噴射ノズルを中心に180度回転駆動する必要がある。このような回転駆動を自動で円滑かつ高速で行なうために、リング状の平歯車を、トーチ1廻りには回転自在にしてトーチキャリッ

ジ2で吊り支持し、平歯車にヘッド支持アーム32を固着し、平歯車に噛合う小径ギアを電気モータMrで回転駆動するようにした。

【0040】この第2実施例の溶射システムは、大略で図2に示すものと同様であるが、図2上の回転駆動機構12を、図7に示すアーム32を回転駆動する機構(上述の平歯車、小径ギアおよび電気モータMr)に置換したものとなる。第2実施例の溶射システムで用いられる中継箱30も図3に示すものと同様であるが、図3上のモータMrおよびロータリエンコーダRr、Rhは、図7上に示すものとなる。

【0041】図8に、第2実施例の溶射システムのパソコン41の機能を、オペレータの作業フローに従って示す。ディスプレイに表示する溶射作業メニューの主な項目は、

溶射条件作成編集(溶射条件作成、溶射条件編集)

目標厚入力

溶射軌跡作成

溶射前計測

溶射

計測データの編集

である。第1実施例と異なるのは、溶射軌跡作成が加わっていることである。溶射軌跡作成でオペレータは、溶射領域始点(Xs, Ys)および終点(Xe, Ys)を入力し、そして溶射軌跡を規定する座標入力又はティーチング入力をして溶射軌跡を設定する。なお、ここで言う溶射領域とは、トーチ1のノズルの運動領域であり、ティーチング入力は、操作ペンダント8を使用してトーチ1を手動スイッチ操作にてx, y駆動し、パソコン41がトーチ1の位置読込みを行なうものである。溶射軌跡を設定するとオペレータは、トーチ1の移動方向の後方に計測ヘッド5が位置するように、計測ヘッド5を旋回駆動する位置(溶射軌跡上の位置)および旋回角を、溶射軌跡上に入力する。

【0042】この第2実施例での「溶射前距離計測」5は、溶射作業のときと同じく、トーチ1を溶射軌跡に沿って自動駆動しつつ、設定位置でヘッド5を旋回駆動し、設定されたサンプリングピッチでレーザ距離計(ヘッド5+計測回路5pc)の計測値を読込んでメモリに書込む。ただし、トーチ1は溶射付勢しない。また、サンプリング領域を溶射領域始点(Xs, Ys)と終点(Xe, Ys)を対角コーナとする矩形領域とし、その外は計測値サンプリングのマスク領域とする。そしてトーチ位置からヘッド位置を算出して、ヘッド位置が該矩形領域内にあることを条件に、距離計測値を読む。

【0043】この第2実施例での「溶射」7は、トーチ1より溶射流を噴射しつつトーチ1を溶射軌跡に沿って自動駆動し、かつ、上記「溶射前距離計測」5と同じ態様でレーザ距離計(ヘッド5+計測回路5pc)の計測値を読込んでメモリに書込むと共に、目標距離と比較す

る。第2実施例の溶射システムのその他の構成および機能は、上述の第1実施例の溶射システムと同様である。

【0044】図7に示すように、トーチ1を-y方向に往走査しその終点で+x方向に往走査し、そして+y方向に復走査しその終点で+x方向に往走査し、この走査を繰返して弓型に2次元走査する場合(あるいは、この表現中のyをxに、xをyに入れ替えた型の弓型走査の場合)、第9図に示すように、x方向(y方向)の後方に距離計測ヘッド5を設定することにより、トーチ1の走査方向が変わっても、ヘッド5を走査方向の後方に置くための旋回駆動が不要となる。この図9に示す態様のみでよい場合には、ヘッド支持アーム32をトーチキャリアッジ2に固定し、アーム32を回転駆動するための機構は省略する。これにより、トーチ1周りの機構が簡易になる。

【0045】なお、図7および図9に2点鎖線で示す、トーチ1用の弓型走査軌跡を設定し、溶射領域始点(Xs, Ys)と終点(Xe, Ys)を対角コーナとする矩形領域の外を距離計測値サンプリングのマスク領域とすると、トーチ1が実質上該矩形領域内で移動するので、トーチ1/ヘッド5間距離分該矩形領域の境界から内側の領域の距離計測が行なわれない。この距離計測をも行なうためには、トーチ1を、該矩形領域よりもトーチ1/ヘッド5間距離分外側まで余分に移動させればよい。しかし、トーチ1の走査移動領域(前記矩形領域)の一部の溶射皮膜厚計測値が得られなくても、溶射装置の実用性は損なわれない。

【図面の簡単な説明】

【図1】 本発明の第1実施例の機構の概要を示す斜視図である。

【図2】 図1に示す機構を駆動する溶射システムの構成を示すブロック図である。

【図3】 図2に示す中継箱30の電気要素と図1に示す機構に組込まれた電気モータおよびロータリエンコーダとの組合せ構成を示すブロック図である。

【図4】 図2に示す溶射システムを使用するオペレータの作業フローに従って、図2に示すパソコン41の機能を示すフローチャートである。

【図5】 図4に示す「溶射前距離計測」5の内容を示すフローチャートである。

【図6】 図4に示す「溶射」7の内容を示すフローチャートである。

【図7】 本発明の第2実施例の機構の概要を示す斜視図である。

【図8】 図7に示す機構を駆動する溶射システムの機能を、オペレータの作業フローに従って示すフローチャートである。

【図9】 図7に示す機構を、簡便な距離計測を行なう態様に設定した状態を示す斜視図である。

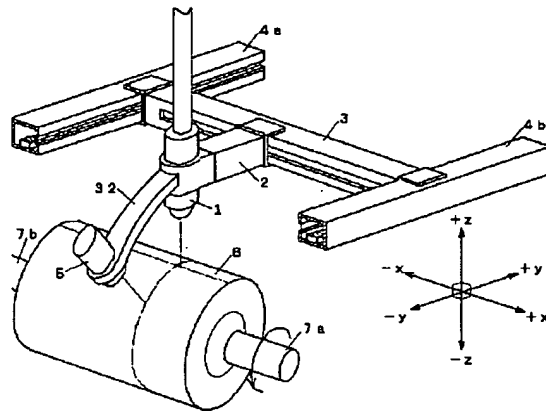
【符号の説明】

13

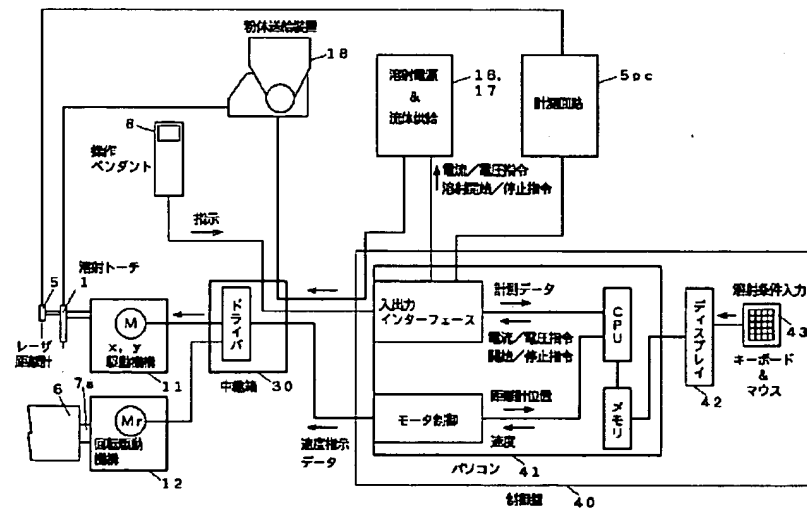
14

- | | | |
|------------|------------------|------------------------------|
| 1: 溶射トーチ | 2: トーチキャリアッジ | 気モータ |
| 3: x梁 | 4a, 4b: y梁 | Rx, Ry, Rr, Rh: ロータリエンコーダ |
| 5: 距離計測ヘッド | 6: ロール (溶射基材) | Lxo, Lxe, Lyo, Lye: リミットスイッチ |
| 7a, 7b: 軸 | M, Mx, My, Mr: 電 | 32: ヘッド支持アーム |
| | | 36: 溶射基材 |

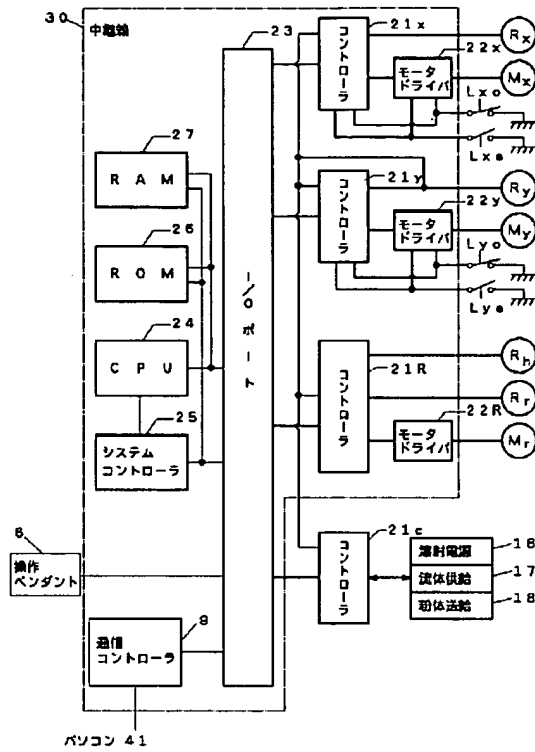
【図1】



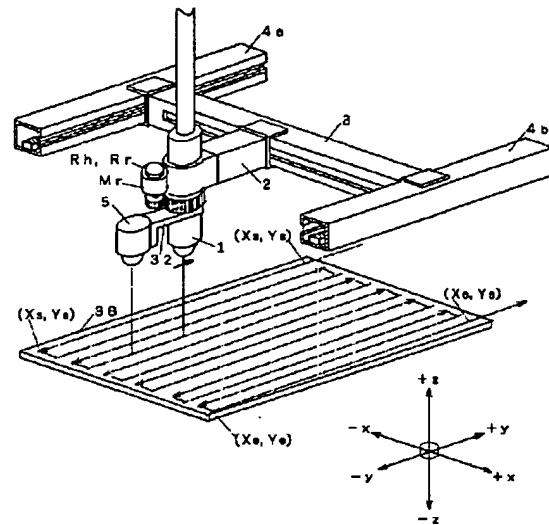
【図2】



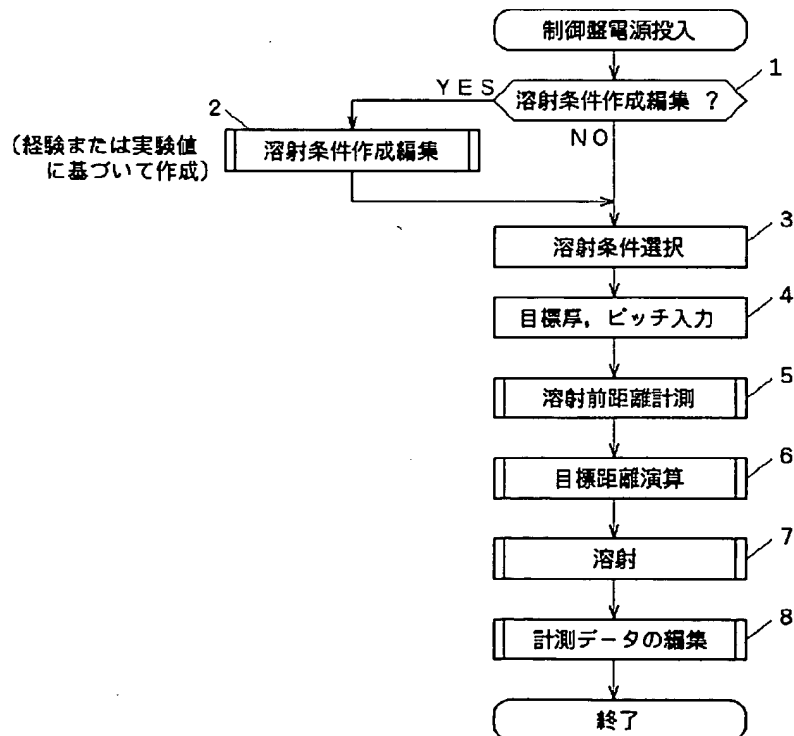
【図3】



【図7】

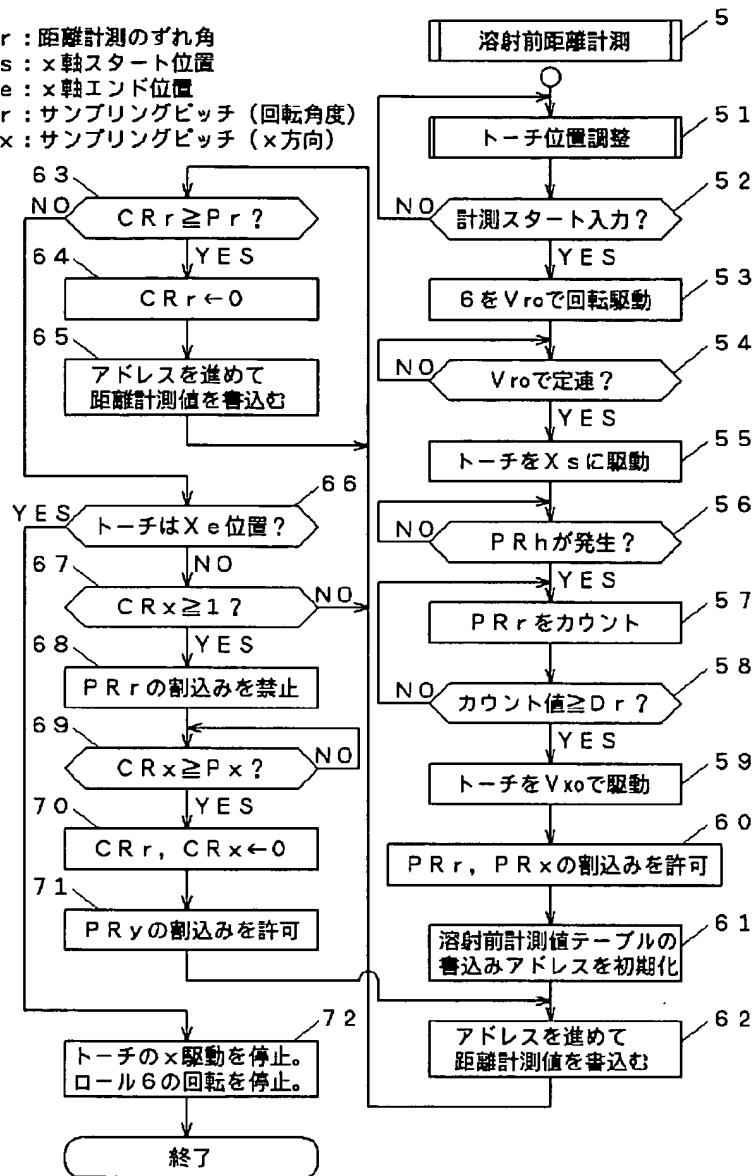


【図4】

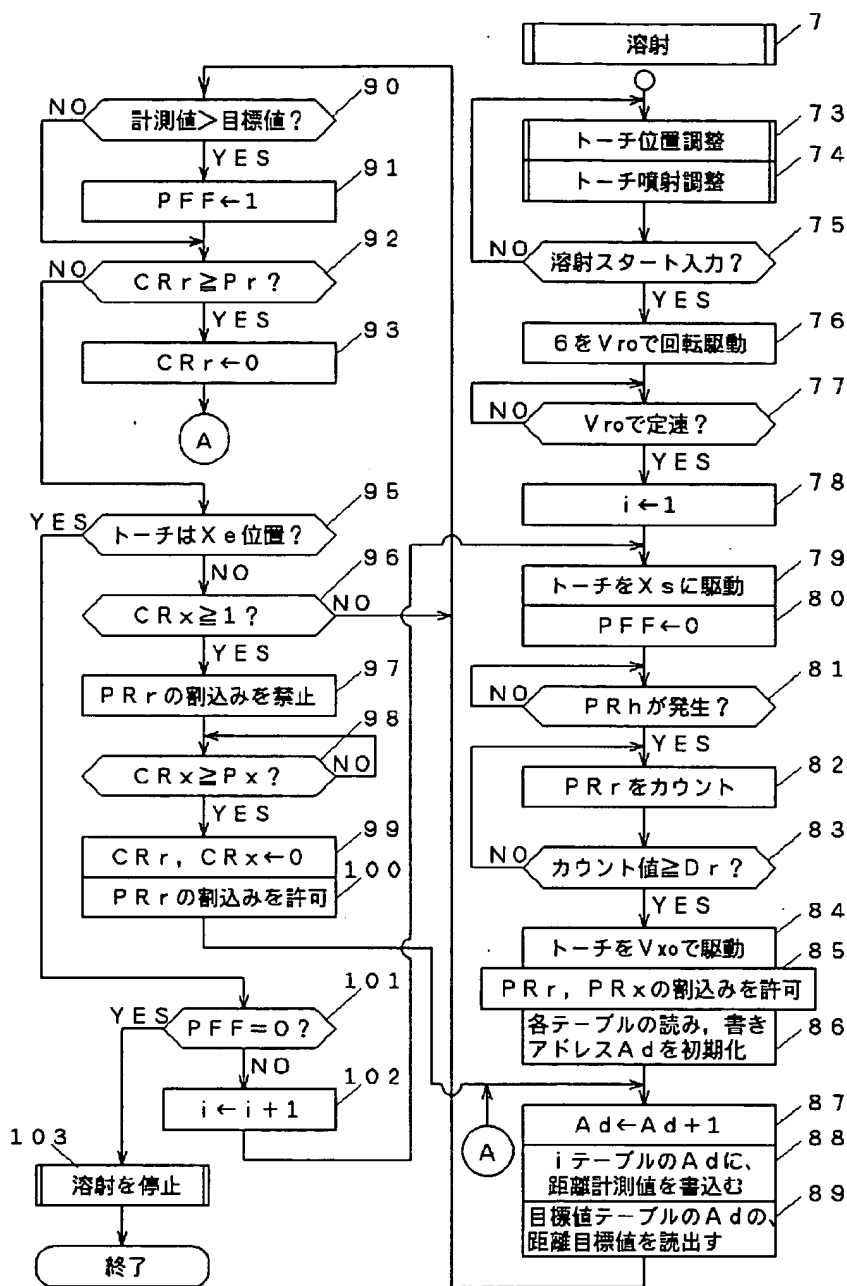


【図5】

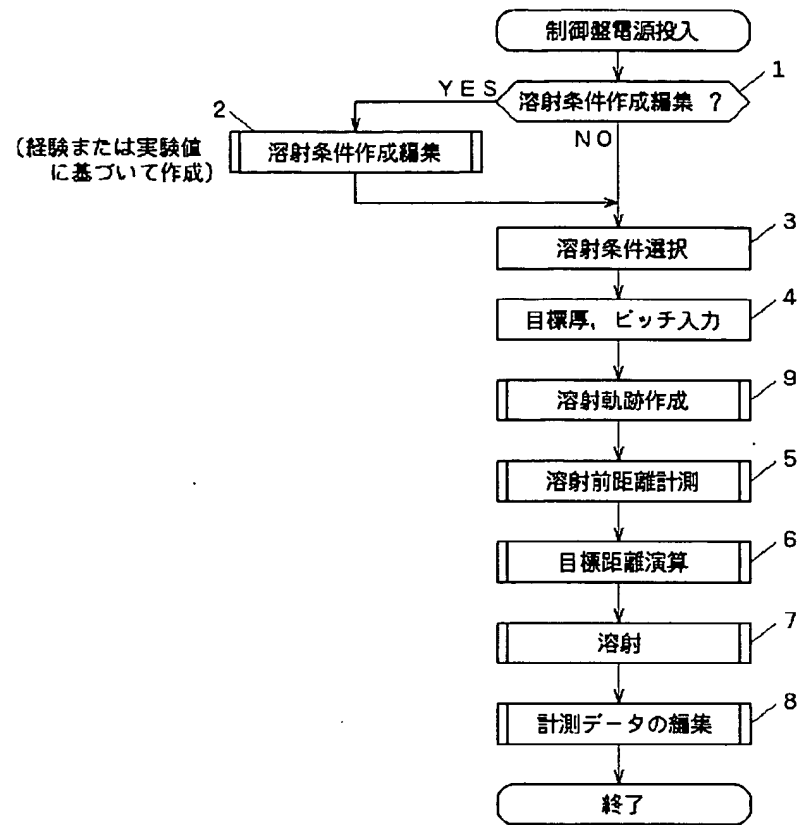
Dr: 距離計測のずれ角
 Xs: x軸スタート位置
 Xe: x軸エンド位置
 Pr: サンプルングピッチ (回転角度)
 Px: サンプルングピッチ (x方向)



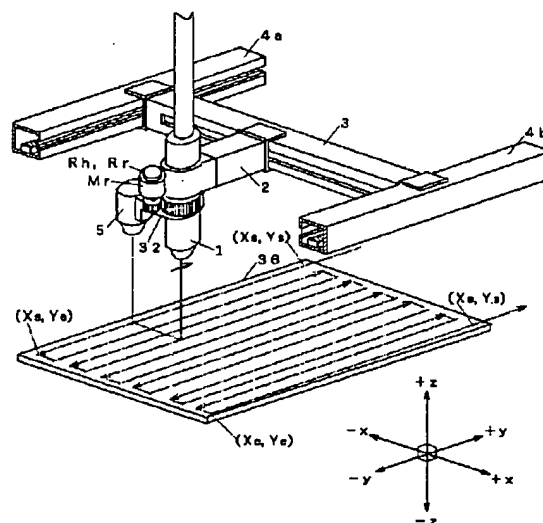
【図6】



【図8】



【図9】



フロントページの続き

(72)発明者 市 村 治 通

Fターム(参考) 4K031 AB02 DA04 EA01 EA03 EA12

千葉県習志野市東習志野7丁目6番1号

日鐵溶接工業株式会社機器事業部内